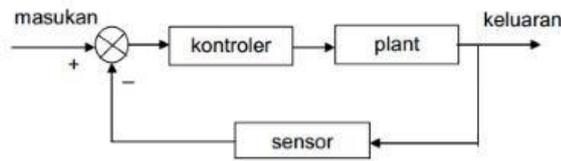


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengendali Close Loop

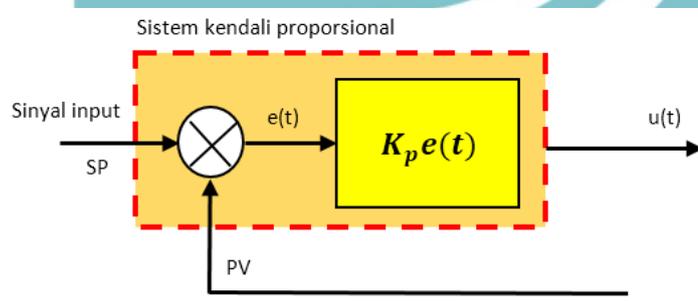


Gambar 2. 1 Pengendali Close Loop

(Sumber : <https://jtd3apolinema.blogspot.com/2018/12/sistem-kontrol-tertutup-close-loop.html>)

Pengendali close loop atau lup tertutup merupakan suatu system yang nilai atau angka keluarannya mempengaruhi hasil dan refrensi yang jadi nilai masukan (*input*) pada sistem tersebut, dan sistem *close loop* memiliki umpan balik (*feedback*) terhadap refrensi yang telah ditentukan sebelumnya (Putranto, J., Saidatin, N., Syafik Maulana, H., Arifianto Patriawan, D. 2023).

2.2 Kontrol P



Gambar 2. 2 Blok diagram kontrol proporsional

(Sumber : <https://www.robotics-university.com/2015/02/teknik-kendali-proporsional-p.html>)

Merupakan salah satu element dari kontrol proporsional, integral, dan derivatif berfungsi menghasilkan keluaran yang sebanding dengan besarnya sinyal kesalahan, yaitu selisih antara setpoint dan nilai actual. Sistem Kendali Proporsional digunakan untuk melakukan tindakan koreksi yang sebanding dengan besarnya kesalahan yang terjadi, keluaran atau output dari kendali proporsional merupakan hasil dari perkalian konstanta proporsional (KP)

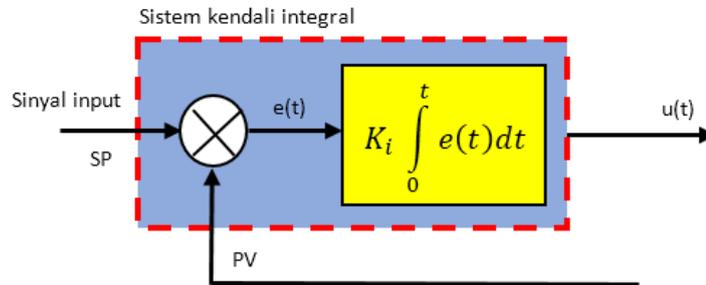


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan besaran kesalahan yang terjadi (Widodo, T., Bayu Santoso, A., Ihsani Ishak, S., & Rumeon, R. 2023).

2.3 Kontrol I

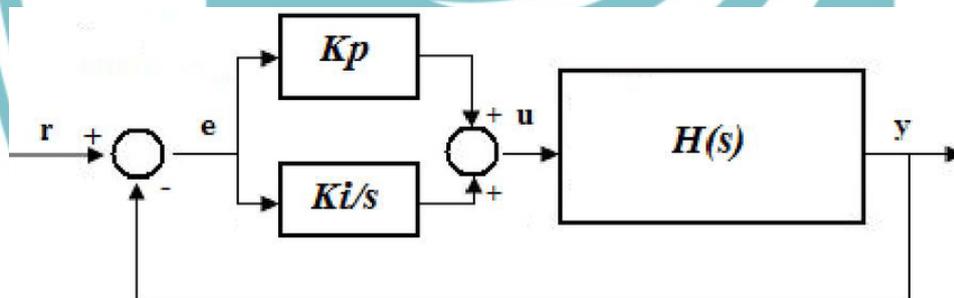


Gambar 2. 3 Blok diagram kontrol integral

(Sumber : <https://www.robotics-university.com/2015/02/teknik-kendali-integral-i.html>)

Kontrol Integral berfungsi sebagai pengurang kesalahan yang telah dihasilkan oleh kontrol proporsional. Umumnya Kontrol Integral dapat digunakan untuk menurunkan overshoot pada perubahan respons awal dan juga dapat menghilangkan steady state error.

2.4 Kontrol PI



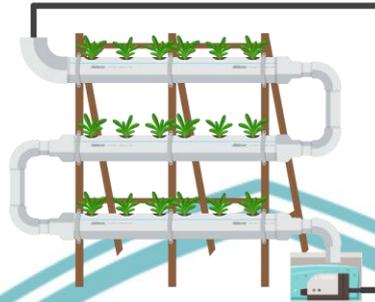
Gambar 2. 4 Blok diagram kontrol proporsional integral

(Sumber : https://www.researchgate.net/figure/Gambar-213-Kontrol-Proporsional-Integral-P-I_fig2_277112717)

Kontrol Proporsional-Integral(PI) adalah sistem kontrol yang merupakan gabungan dari kontrol proporsional dan integral. Kontrol Proportional Integral merupakan sebuah penguat input sehingga hasil pada output tidak semakin menjadi kecil pada sebuah sistem. Gabungan aksi ini mempunyai keunggulan dibanding masing masing kontrol yang menyunsunya. Utamanya adalah diperolehnya keuntungan dari masing-masing aksi kontrol dan kekurangan dari aksi kontrol yang satu dapat diatasi dengan aksi kontrol yang lain Fauziyah, M., Adhisuwignjo, S., & Febriyana, A. D. (n.d.). 2022)



2.5 Hidroponik



Gambar 2. 5 Hidroponik

(Sumber : <https://www.alderon.co.id/artikel/cara-menanam-hidroponik-pipa-alderon/>)

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman menggunakan media tanam air, memiliki dua jenis yaitu Nutrient Film Technique (NFT) sistem ini menggunakan pompa air untuk memompa larutan nutrisi ke pipa pertumbuhan yang miring dan Deep Flow Technique (DFT) merupakan teknik yang kami gunakan yang cukup mirip dengan NFT, tetapi pipa pertumbuhan didesain datar sehingga nutrisi air sedikit menggenang. Genangan ini bertujuan untuk membuat akar terendam larutan nutrisi, sehingga tanaman mendapatkan kebutuhan unsur hara dengan baik dan sebagai penyelamat ketika terjadinya listrik padam.

2.6 Nutrisi Hidroponik

Nutrisi hidroponik merupakan campuran senyawa kimia yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh pada media air dengan baik. Untuk nutrisi tanaman selada digunakan nutrisi AB Mix yang berbentuk cairan agar langsung dapat digunakan dengan cara melarutkannya kedalam air bersih yang digunakan pada sistem media tanam hidroponik. Nutrisi A memiliki kandungan kalsium nitrat, Fe dan kalium nitrat sedangkan nutrisi B memiliki kandungan KH_2PO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{PO}_4$, KNO_3 , MgSO_4 , MnSO_4 , CuSO_4 , ZnSO_4 , asam borax, N, dan Mo. (Wati, D. R., dan Sholihah, W. *Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino*. 2021).

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



2.7 Selada



Gambar 2. 6 Selada

(Sumber : <https://www.kebun.co.id/selada-hidroponik>)

Tanaman yang dibudidayakan pada penelitian ini adalah tanaman selada. Selada (*Latuca Sativa L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Tanaman selada berpotensi untuk dibudidayakan karena banyak mengandung gizi dan vitamin antara lain Kalsium, Fosfor, Besi, Vitamin A, B dan C (Rizki Juanda, M. 2020).

Tabel 2. 1 Kandungan nutrisi yang dibutuhkan tanaman hidroponik

(Sumber : <https://farmee.id/tabel-ph-dan-ppm-tanaman-hidroponik/>)

Nama Tanaman	TDS/PPM
Artichoke	560 – 1260
Asparagus	980 – 1200
Bawang Pre	980 – 1260
Bayam	1260 – 1610
Brokoli	1960 – 2450
Kangkung	1050 – 1400
Kubis	1750 – 2100
Pakcoy	1050 – 1400
Sawi Manis	1050 – 1400
Sawi Pahit	840 – 1680
Selada	560 – 840

Hak Cipta :

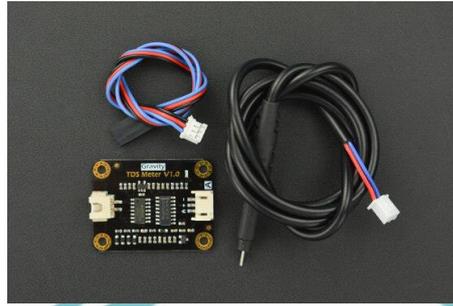
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.8 Sensor TDS DFROBOT SEN0244



Gambar 2. 7 DFRobot SEN0244

(Sumber : <https://www.dfrobot.com/product-1662.html>)

DFRobot SEN0244 ini merupakan sensor pengukur TDS (*Total Dissolved Solids*) untuk mengindikasikan berapa miligram padatan terlarut dalam air menggunakan rangkaian mikrokontroler. Modul sensor ini digunakan satuan PPM (*Part Per Million*) yang terkandung dalam media tanam hidroponik dengan toleransi akurasi pengukuran $\pm 10\%$. Prinsip kerja sensor ini sesuai dengan sifat konduktivitas listrik. Terdapat dua elektroda yang dapat mengukur konduktivitas pada larutan, kandungan partikel ion dan sifat elektrolit dalam cairan dapat mempengaruhi hasil dari pengukuran menggunakan sensor TDS (Chuzaini, F. 2022)

2.9 ESP32



Gambar 2. 8 ESP32

(Sumber : <https://www.arduino.biz.id>)

Mikrokontroler ESP32 adalah mikrokontroler Soc (System on Chip) yang dilengkapi dengan WiFi 802.11, Bluetooth versi 4.2, dan berbagai peripheral. ESP32 memiliki chip yang cukup lengkap , menggunakan mikroprosesor Tensilica Xtensa LX6 sebagai inti, serta memiliki penyimpanan dan akses pada GPIO (General Purpose Input Ouput). ESP32 adalah mikrokontroler yang diperkenalkan oleh Espressif System dan merupakan penerus dari

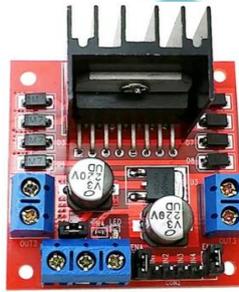


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

mikrokontroler ESP8266. Pada mikrokontroler ini sudah tersedia modul WiFi dalam chip sehingga sangat mendukung untuk membuat sistem aplikasi Internet of Things Imran, A., & Rasul, M. (2020).

2.10 Driver Motor L298N



Gambar 2. 9 Driver Motor L298N

(Sumber : <https://www.nyebarilmu.com/tutorial-arduino-mengakses-driver-motor-l298n>)

Driver motor L298N ini merupakan module driver motor DC yang banyak digunakan dalam aplikasi elektronika untuk mengatur arah putar dan kecepatan motor DC menggunakan PWM. Driver motor ini memiliki prinsip yang mirip dengan saklar serta dapat mengendalikan dua motor DC sekaligus , menggunakan H Bridge untuk mengatur arah putar motor DC. Driver L298N membutuhkan supply 12 volt dan 5 volt dimana kecepatan motor dapat diatur dengan logic high low dan modular lebar pulsa (PWM) Muhandian, R. (n.d.). 2020).

2.11 Submersible Mini Pump



Gambar 2. 10 Submersible Mini Pump

(Sumber : <https://jogjarobotika.com>)

Submersible mini pump ini merupakan pilihan yang cukup ideal untuk mengatur aliran nutrisi yang dibutuhkan pada media tanam hidroponik. Pompa ini berperan dalam menyalurkan larutan nutrisi kedalam bak utama media tanam hidroponik untuk menjaga kestabilan nutrisi yang diinginkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Dalam aplikasi skala kecil seperti ini, pompa ini mampu memberikan kinerja yang fleksibilitas dan andal serta kompatibilitas yang baik dengan mikrokontroler yang diperlukan untuk menjaga keseimbangan kadar nutrisi yang dibutuhkan dalam media tanam hidroponik ini.

2.12 HMI Nextion

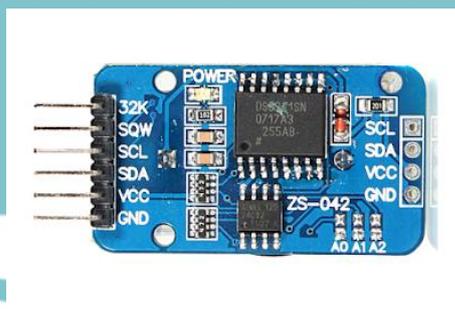


Gambar 2. 11 HMI Nextion

(Sumber : <https://nextion.tech/datasheets/nx4024k032/>)

HMI Nextion merupakan salah satu antarmuka yang menggabungkan papan prosesor dan memory layar sentuh dengan perangkat lunak nextion editor untuk pengembangan desain proyek GUI (Graphic User Interface) HMI. HMI Nextion digunakan sebagai antarmuka untuk menampilkan data yang telah dikumpulkan oleh sensor (Santoso, L. H., Sunarto, B., Fitri, R., & Permatasari, I. 2024)

2.13 RTC DS3231



Gambar 2. 12 RTC DS3231

(Sumber : <http://www.labelektronika.com/2016/10/cara-program-rtc-ds3231-menggunakan-Arduino.html>)

Modul RTC DS3231 merupakan *real time clock* dengan biaya rendah serta keakuratan tinggi yang dapat mempertahankan jam, menit, detik dan memberikan informasi mengenai hari, bulan, maupun tahun. Modul RTC DS3231 mempunyai kompensasi otomatis untuk tahun-tahun kabisat dan

bulan-bulan yang kurang dari 31 hari (Ahmad Danil Rizal Pahlefi Arif A, & Akhmad Ahfas. (2022).



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



BAB III REALISASI DAN PERANCANGAN

3.1 Rancangan Alat

Perancangan media tanam hidroponik meliputi perancangan sistem irigasi menggunakan pipa paralon yang telah dilubangi untuk meletakkan tanaman selada. Larutan nutrisi yang akan diukur dengan sensor terdapat pada tangki utama dengan kapasitas 15 L. Sensor TDS diletakkan pada tangki utama dan diproses oleh mikrokontroler Esp 32 dengan kendali PI. Submersible mini pump 5VDC digunakan untuk memindahkan larutan nutrisi dari tangki nutrisi menuju tangki utama berdasarkan *PWM* yang diberikan oleh Driver L298N sebagai koreksi error hingga mencapai setpoint yang diinginkan. Pada media tanam hidroponik ini dibutuhkan pompa air AC untuk mengalirkan media larutan nutrisi dari tangki utama menuju substrat media hidroponik, nutrisi yang terserap oleh media substrat akan diserap oleh akar tanaman untuk memenuhi kebutuhan tumbuh tanaman.

3.1.1 Deskripsi Alat

Alat ini terdiri dari sistem kontrol dan monitoring kandungan nutrisi dan level air yang digunakan pada tanaman selada dengan media tanam hidroponik. Sistem kontrol akan menjaga kandungan nutrisi dan ketinggian air pada tangki utama berdasarkan setpoint yang sudah ditetapkan, sementara untuk sistem monitoring menggunakan HMI TFT Nextion.

3.1.2 Cara kerja Alat

Sensor TDS dan Flow Meter dipasang pada tangki utama, ketika sistem menyala maka sensor akan membaca tingkat kandungan nutrisi dan ketinggian air pada tangki utama yang nantinya akan dialirkan menuju pipa media hidroponik. Sensor TDS yang terkoneksi dengan mikrokontroler ESP 32 akan mengirimkan sinyal PWM ke driver motor L298N, kemudian driver motor L298N akan mengkonversi sinyal PWM menjadi tegangan untuk menggerakkan pompa air DC. Sistem PI kontrol nutrisi dan kontrol level air akan bergantian nyala setiap satu jam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Parameter yang terbaca melalui sensor dalam kendali PI ini akan dikirimkan pada HMI TFT Nextion sebagai antarmuka monitoring secara real-time

3.1.3 Cara Kerja Sub Alat

Cara kerja sub alat ketika sensor membaca kandungan nutrisi terlarut pada tanki utama kurang dari *setpoint* yang telah ditetapkan maka pompa nutrisi akan mengalirkan larutan nutrisi dari tanki nutrisi menuju tanki utama hingga mencapai *setpoint*. Ketika sensor TDS mendeteksi kandungan nutrisi terlarut lebih dari *setpoint* yang telah ditetapkan maka pompa air baku akan mengalirkan air baku dari tanki air baku menuju tanki utama sehingga mencapai *setpoint*.

3.1.4 Spesifikasi Alat

Tabel 3. 1 Spesifikasi Software dan Hardware

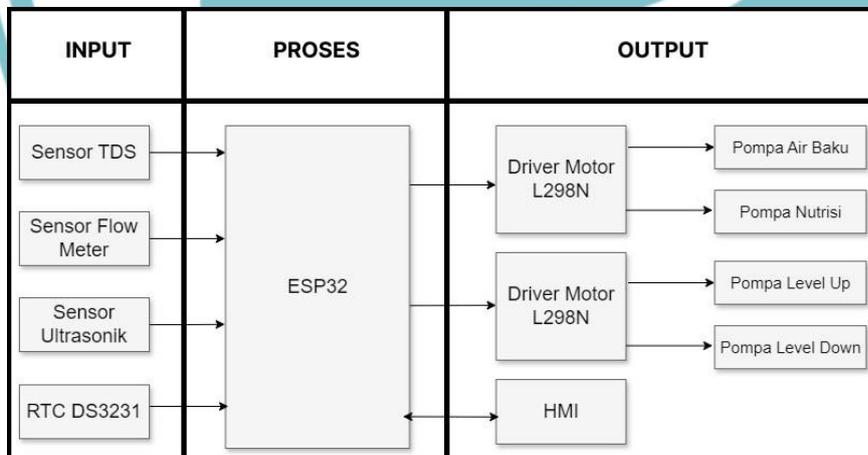
Nama komponen	Spesifikasi	Fungsi	Jumlah
Sensor TDS SEN0244	Input Voltage: 3,3 – 5,5 V Output Voltage: 0 – 2,3 V Working Current: 3 – 6 mA Measurement Range: 0 – 1000 ppm	Mendeteksi kadar ppm terlarut pada media tanam hidroponik.	1
Sensor Flow Meter YF-S401	Input Voltage: 5 – 24 VDC Working Current : 15mA Flow Rate Range : 0.3 – 6L/min	Mendeteksi volume dan level air pada tanki utama media tanam hidroponik.	1
Sensor Ultrasonik HC-SR04	Input Voltage : 5 VDC Working Current : 15mA Range : 2 - 400 cm	Mendeteksi ketinggian level air.	1
RTC DS3231	Input Voltage 2,3 – 5,5 VDC Operating Temperature : - 45°C - 85°C	Menghitung dan menyimpan waktu secara <i>realtime</i>	1
ESP 32	Operating Voltage : 3,0 – 3,6 V Operating Current : 80mA	Sebagai mikrokontroler	1



Hak Cipta :
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Driver L298N	Power Output Vss: +5-+7 V (internal Supply +5V) Current: 0 – 36 Ma	Mengkonversi nilai PWM menjadi tegangan untuk menggerakkan motor DC.	2
Submersible Mini Pump	Voltage: 3 -5 V Current: 130 – 220 Ma	Mengalirkan larutan dari tangki larutan menuju tangki utama.	3
Power Supply	Voltage: 5 V DC Current: 10 A Power: 50 W	Sebagai catu daya untuk rangkaian.	1
HMI TFT Nextion	Working Voltage : 5 V 3.2"	Menampilkan pembacaan sensor.	1
Laptop	Lenovo	Sebagai perangkat untuk memprogram mikrokontroler pada <i>software arduino IDE</i> .	1
Arduino IDE	2021a	Membuat program.	1
Matlab		Membuat persamaan matematika pada sistem.	1

3.1.5 Diagram Blok



Gambar 3. 1 Blok Diagram

Secara keseluruhan Blok Diagram terdiri dari tiga bagian, yaitu input, proses, dan output.

1. Input

Pada bagian input terdiri dari sensor TDS, sensor Flow Meter, sensor Ultrasonik, dan RTC yang berikutnya akan diproses.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

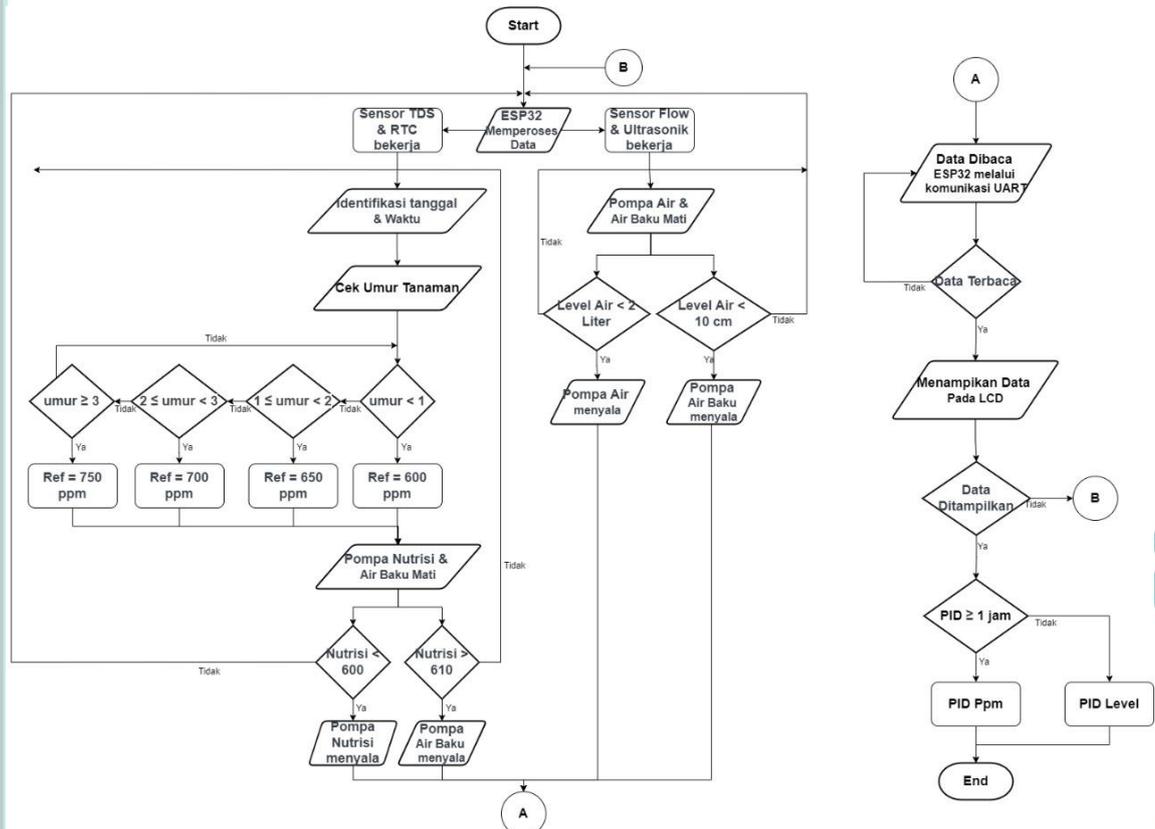
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- a. Sensor TDS yang berfungsi untuk mendeteksi kadar nutrisi terlarut pada tangki utama media tanam hidroponik.
 - b. Sensor Flow Meter yang berfungsi untuk mendeteksi volume air yang dialirkan dari tangki air baku kepada tangki utama.
 - c. Sensor Ultrasonik yang berfungsi mendeteksi ketinggian level air pada tangki utama.
 - d. Modul RTC yang berfungsi sebagai penyimpan dan penghitung waktu secara *realtime*
2. Proses
- Pada bagian proses terdiri dari ESP32. Bagian ini bertugas untuk memproses data yang dikirim dari bagian input yang selanjutnya akan dikirimkan ke output sistem.
- a. ESP32 berfungsi sebagai mikrokontroler yang akan mengolah data sensor TDS, sensor Flow Meter, sensor Ultrasonik, dan RTC. Data yang diterima dari sensor TDS dan sensor Flow Meter akan diolah dan dikirimkan kepada driver motor L298N dalam bentuk sinyal PWM.
3. Output
- Bagian output sistem ini berupa HMI, Driver Motor L298N, dan Motor DC.
- a. Driver motor L298N berfungsi mengubah sinyal PWM menjadi tegangan untuk menggerakkan motor DC.
 - b. HMI akan menampilkan nilai setiap sensor yang terletak pada Remote Terminal Unit (RTU).



3.1.6 Flowchart



Gambar 3. 2 Flowchart

Proses awal kerja alat dimulai dengan inialisasi esp32, selanjutnya pembacaan nilai ppm dan ketinggian air pada tangki utama media tanam. Esp32 akan membaca umur tanaman untuk menentukan setpoint, jika kadar ppm kurang dari setpoint maka pompa nutrisi akan menyala dan jika kadar ppm lebih daripada setpoint pompa air baku akan menyala. Pompa water level akan menyala dengan syarat ketinggian air lebih dari atau sama dengan 10cm , pompa akan menyala sampai dengan setpoint yang ditentukan. Kontrol nutrisi dan level air akan bergantian nyala selama 1 jam.

3.2 Realisasi Alat

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tahapan perancangan sistem kendali menggunakan software Matlab untuk kontrol kadar nutrisi.

3.2.1 Rancang Bangun Hidroponik

Realisasi rancang bangun hidroponik seperti pada gambar yang sudah direncanakan sebelumnya menggunakan pipa paralon karena mudah dijumpai pada toko bangunan sekitar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

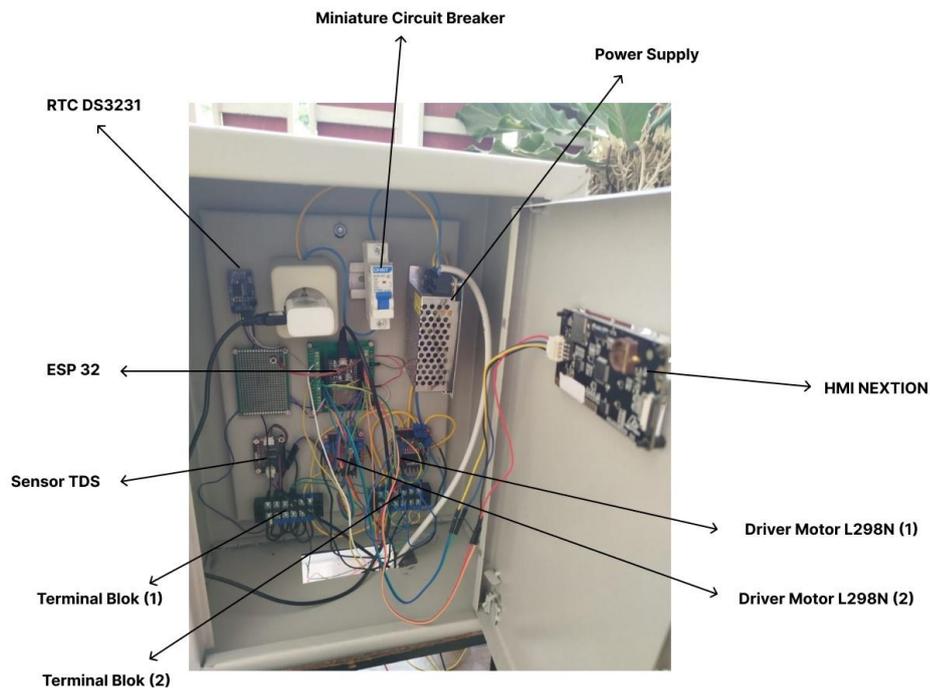
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 3 Realisasi Media Tanam Hidroponik

3.2.2 Rancangan Box RTU

Perancangan box RTU atau Remote Terminel Unit tugas akhir ini menggunakan Panel Listrik.



Gambar 3. 4 Realisasi Box RTU

3.2.3 Perancangan Kontrol Sistem

Pada perancangan kontrol sistem ini digunakan mikrokontroler ESP32. Ketika mikrokontroler sudah mendapatkan data input dan output dari



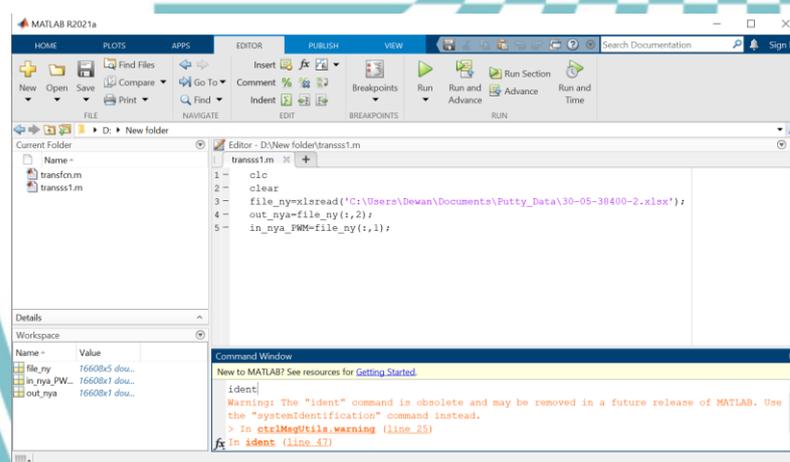
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

perubahan nilai sensor TDS saat diberikan larutan nutrisi dan data input dan output nilai sensor TDS saat diberikan air baku. Langkah selanjutnya adalah menentukan *transfer function* dari plant sistemnya.

Penentuan *transfer function* pada penelitian ini menggunakan fitur yang telah disediakan oleh Matlab. Langkah – Langkah penentuan *transfer function* adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembacaan dan pencatatan data input dan output sensor untuk data yang akan di-*upload* pada Matlab.
2. Memasukkan data input dan output ke dalam bar workspace yang telah disediakan pada Matlab.
3. Lakukan run pada halaman ident box kemudian masukkan perintah ”ident”.



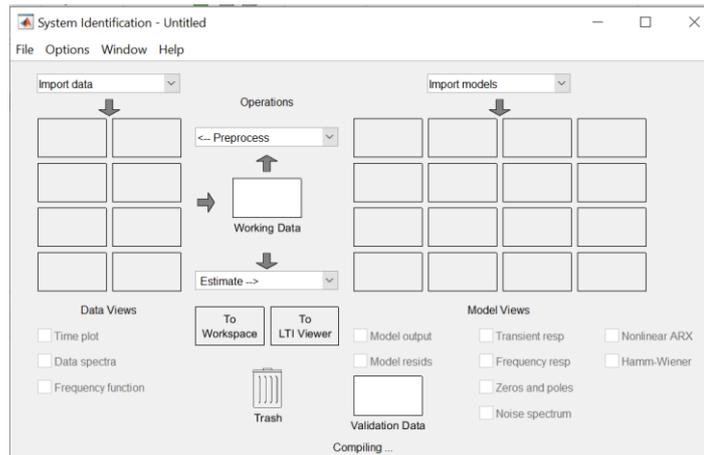
Gambar 3. 5 Matlab Ident Box

4. Memproses data input dan output sensor menggunakan aplikasi Matlab system identification



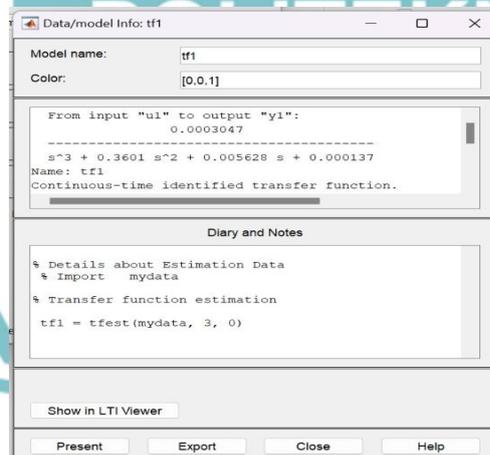
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 6 Bar System Identification pada Matlab

5. Setelah itu lakukan import data yang sudah dimasukkan dalam bentuk time domain data.
6. Selanjutnya proses data yang sudah diimport dan pilih menu estimate transfer function model, kemudian pilih variable pole dan zero yang diinginkan.
7. Setelah kita melakukan estimasi untuk mendapatkan transfer function nya maka matlab akan memproses dan didapatkan transfer function dari data yang sudah dimasukkan.



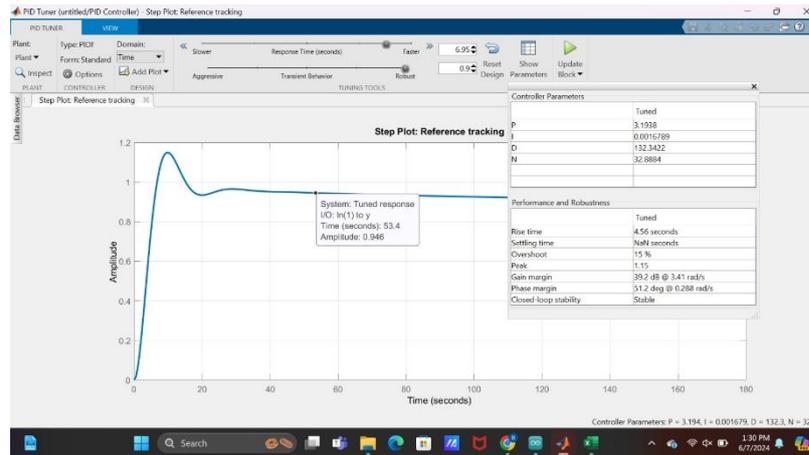
Gambar 3. 7 Transfer Function

8. Kemudian masuk kedalam halaman box tune PID.



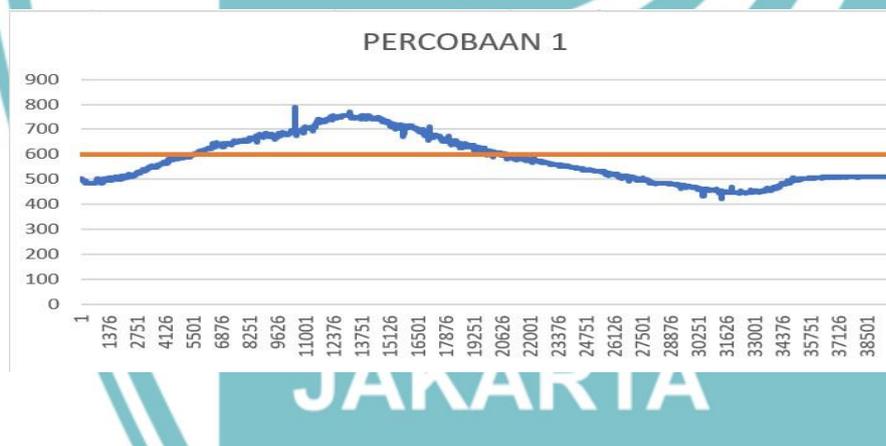
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 3. 8 Matlab Box Tune PID

9. Setelah mendapatkan nilai k_p sebesar 3.1 , k_i 0.14, dan k_d 422.7 dengan persamaan, dilakukan lah pengujian efektifitas nilai konstanta PI pada alat.
10. Namun didapatkan rise time 47,04 detik, peak time 112,6 detik, dan overshoot sebesar 28% setelah dilakukan uji konstanta PI pada alat.

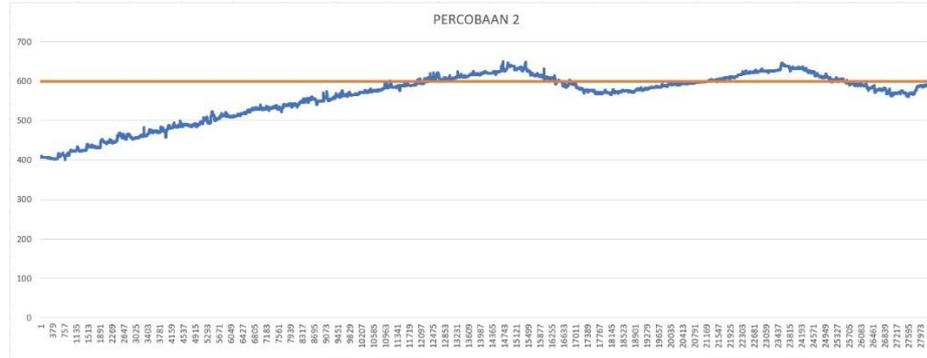


11. Maka dilakukan adjust nilai dengan trial and error dengan menambahkan batasan pada sum error sebesar 40.000 dan perubahan nilai k_d menjadi 400. Didapatkan lah nilai rise time sebesar 106,7 detik, peak time sebesar 128,3 detik, dan overshoot berkurang menjadi 6.5% tetapi output terus beresilasi.

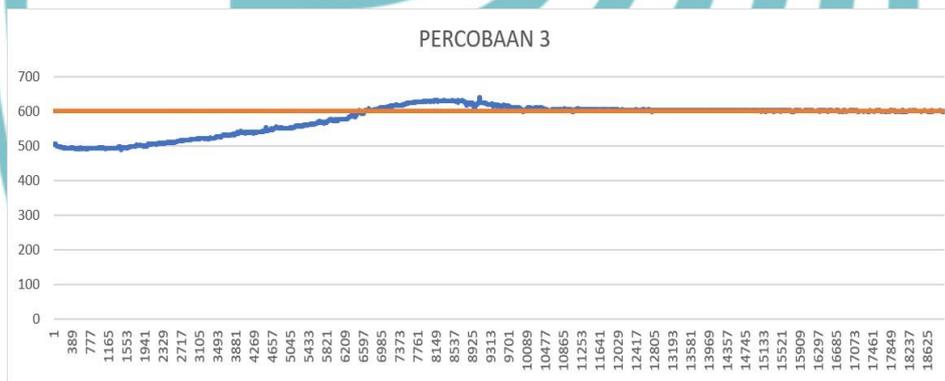


Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



12. Dilanjutkan trial and error dengan perubahan konstanta k_p menjadi 2, konstanta k_i menjadi 0.01 dan diberi batasan pada sum error sebesar 13000 dan penghapusan nilai k_d agar tidak terjadi osilasi. Didapatkan lah rise time 56,8 detik, peak time 68,4 detik, dan overshoot sebesar 4.8%.



3.3 Perancangan Program Sistem Kontrol Hidroponik Arduino IDE

Pada tahap ini akan dilakukan pemrograman pada mikrokontroler ESP32 menggunakan software Arduino IDE.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

```

128 void setup() {
129   //setup motor
130   pinMode(enA, OUTPUT);
131   pinMode(in1, OUTPUT);
132   pinMode(in2, OUTPUT);
133   pinMode(enB, OUTPUT);
134   pinMode(in3, OUTPUT);
135   pinMode(in4, OUTPUT);
136
137   // Turn off motors initially
138   digitalWrite(in1, LOW);
139   digitalWrite(in2, LOW);
140   digitalWrite(in3, LOW);
141   digitalWrite(in4, LOW);
142
143   pinMode(enA2, OUTPUT);
144   pinMode(enB2, OUTPUT);
145   pinMode(trigPin, OUTPUT);
146   pinMode(echoPin, INPUT);
147
148   analogWrite(enA2, 0);
149   analogWrite(enB2, 0);
150
151   EEPROM.begin(200); // EEPROM Memory size
152   Serial.begin(38400);
153   Serial2.begin(9600, SERIAL_8N1, 16, 17); // RX = 16, TX = 17
154
155   myNex.begin(9600);
156   number3 = myNex.readNumber("n3.val");
157   lastnumber3 = number3;
158
159
160   pinMode(TdsSensorPin, INPUT);
161   pinMode(pushButtonPin, INPUT_PULLUP);
162   gravityTds.setPin(TdsSensorPin);

```

NEGERI
JAKARTA

BAB IV PEMBAHASAN DAN HASIL

Proses akhir dari pembuatan Tugas Akhir yang berjudul "Sistem Otomasi Hidroponik Menggunakan Kontrol PI Untuk Level Air dan Nutrisi Tanaman Selada" ini merupakan pengujian alat, bertujuan untuk mengetahui proses kerja dan fungsi alat secara keseluruhan.

4.1 Pengujian Hardware

Pengujian hardware dilakukan dengan mencatat nilai ppm pada alat selama 2 jam sekali dalam kurun waktu 12 jam. Tujuan dari pengujian ini untuk mengetahui akurasi dari hardware.

4.1.1 Deskripsi Pengujian Hardware

Lokasi : Tapos, Depok
Tanggal Pengujian : 27 Juli 2024
Nama Penguji : Adjie Nur Fadilah
Bayu Cakti Hanandita
Tujuan Pengujian : Membuktikan akurasi sensor dalam media tanam hidroponik.

4.1.2 Data Alat dan Bahan Pengujian Hardware

Sebelum melakukan pengujian sensor alat dan bahan yang harus disiapkan yaitu sebagai berikut

Tabel 4. 1 Alat dan Bahan Pengujian Hardware

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Laptop	1	Untuk memprogram pada software Arduino IDE.
2	Mikrokontroler ESP32	1	Sebagai kontroler pembacaan input dan output sensor.
3	Sensor TDS SEN0244	1	Sebagai pengukur kadar ppm pada larutan.
4	TDS Meter Digital	1	Sebagai alat ukur ppm media tanam
5	Driver Motor L298N	1	Sebagai translator signal PWM Esp32 menjadi tegangan
6	Motor DC Submersible mini pump	2	Sebagai actuator
7	Air Baku	1	Sebagai media ukur
8	Larutan Nutrisi AB Mix	1	Sebagai media pengujian

4.1.3 Prosedur Pengujian Hardware

Langkah – Langkah untuk melakukan pengujian yaitu sebagai berikut:

- Menyiapkan alat dan memeriksa wiring rangkaian.
- Membuka program kontrol media hidroponik menggunakan *software* Arduino IDE.
- Menghubungkan kabel USB ke mikrokontroler ESP32.
- Meng-*upload* program ke mikrokontroler ESP32.
- Menghubungkan *power supply* pada tegangan 220V AC.
- Memonitoring dan mencatat parameter sensor yang terbaca pada HMI.
- Mencatat nilai yang terukur pada alat ukur acuan, lalu membandingkan kedua hasil pembacaan.



Hak Cipta :

- Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
- Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

- h. Pengujian sensor TDS dilakukan selama dua jam sekali dalam kurun waktu dua belas jam.

4.1.4 Analisa dan Hasil Pengujian Hardware

Setelah melakukan pencatatan dari hasil pengujian sensor, maka didapatkan hasil sebagai berikut

Tabel 4. 2 Data Pengujian Sensor

No.	hasil Pengujian Sensor (TDS)	Hasil Pengujian TDS Meter	Selisih	error%	akurasi
1	698	706	-8	1,133144	98,86686
2	701	692	9	1,300578	98,69942
3	691	679	12	1,767305	98,2327
4	701	695	6	0,863309	99,13669
5	702	697	5	0,71736	99,28264
6	700	681	19	2,790015	97,20999
7	700	685	15	2,189781	97,81022
Rata-rata	699	690,7142857	8,285714	1,537356	98,46264

Hasil pengukuran setiap dua jam dalam kurun waktu dua belas jam pada sensor terhadap larutan media hidroponik akan dirata-rata untuk mendapatkan hasil sensor lebih akurat. Selisih pengukuran sensor dengan pengukuran acuan dapat dihitung dengan persamaan berikut.

Selisih = (hasil pengukuran sensor – hasil acuan)

Presentase error dan akurasi dari pengukuran sensor dihitung dengan persamaan berikut.

$$Error(\%) = \frac{\text{nilai sensor} - \text{nilai acuan}}{\text{nilai acuan}} \times 100\%$$

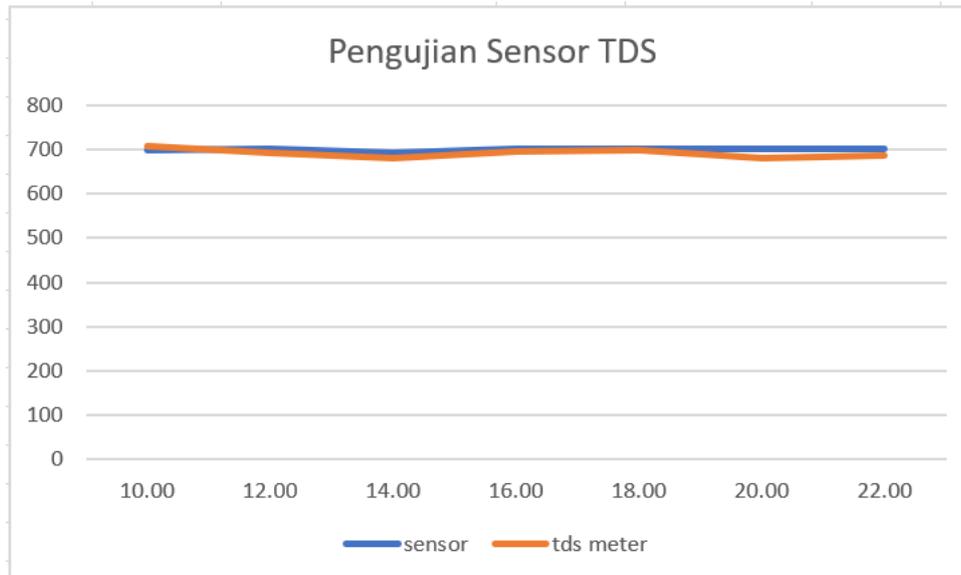
$$Akurasi = 100 - \text{presentase error}$$

Berdasarkan pengujian sensor TDS SEN0244 yang telah dilakukan, maka didapatkan hasil pengujian seperti pada Tabel 4.2. Rata rata selisih dari 7 kali pengukuran yaitu 8,28 dengan selisih terbesar pada pengukuran ke-6 yaitu sebesar 19. Rata-rata error dari hasil pembacaan sensor TDS SEN0244 yaitu sebesar 1,53% maka didapatkan nilai akurasi sebesar 98,462%.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Gambar 4. 1 Pengujian Sensor TDS

Tabel 4. 3 Data Uji ERMS Sensor

waktu	setpoint	Aktual Sensor	Error	Error ²
10.00	700	698	2	4
12.00	700	701	1	1
14.00	700	691	9	81
16.00	700	701	1	1
18.00	700	702	2	4
20.00	700	700	0	0
22.00	700	700	0	0

Hasil pengukuran setiap dua jam dalam kurun waktu dua belas jam seperti pada Gambar 4.1 pada sensor terhadap larutan media hidroponik akan dihitung untuk mendapatkan hasil nilai error RMS atau Root Mean Square hardware. Error RMS uji hardware dapat dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Error RMS} = \sqrt{\frac{\text{Jumlah Error}^2}{\text{Jumlah Sampel}}}$$

Maka didapatkan lah nilai error RMS sebesar 3,6%

4.2 Pengujian Performa Kontrol PI

Pengujian performa kontrol PI dilakukan dengan memberikan gangguan pada kadar nutrisi dalam bak reservoir. Tujuan dari pengujian ini untuk mendapat efektifitas performa kontrol PI.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.1 Deskripsi Pengujian Performa Kontrol PI

Lokasi : Tapos, Depok
 Tanggal Pengujian : 10 Juli – 29 Juli 2024
 Nama Penguji : Adjie Nur Fadilah
 Tujuan Pengujian : Membuktikan efektifitas performa pengontrolan PI pada bak reservoir media tanam hidroponik.

4.2.2 Data Alat dan Bahan Pengujian Performa Kontrol PI

Sebelum melakukan pengujian sistem alat dan bahan harus disiapkan yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.4 sebagai berikut

Tabel 4. 4 Daftar Alat dan Bahan Pengujian Performa Kontrol PI

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Laptop	1	Untuk memprogram pada software Arduino IDE.
2	Mikrokontroler ESP32	1	Sebagai kontroler pembacaan input dan output sensor.
3	Sensor TDS SEN0244	1	Sebagai pengukur kadar ppm pada larutan.
4	TDS Meter Digital	1	Sebagai alat ukur ppm media tanam
5	Driver Motor L298N	1	Sebagai translator signal PWM Esp32 menjadi tegangan
6	Motor DC Submersible mini pump	2	Sebagai actuator
7	Air Baku	1	Sebagai media ukur
8	Larutan Nutrisi AB Mix	1	Sebagai media pengujian



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.2.3 Prosedur Pengujian Performa Kontrol PI

Langkah – Langkah untuk melakukan pengujian yaitu sebagai berikut:

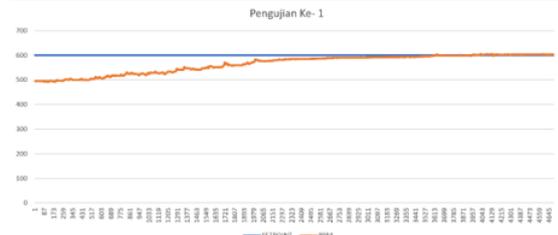
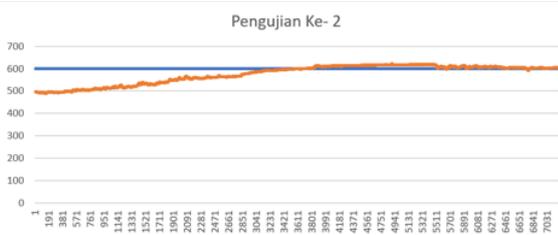
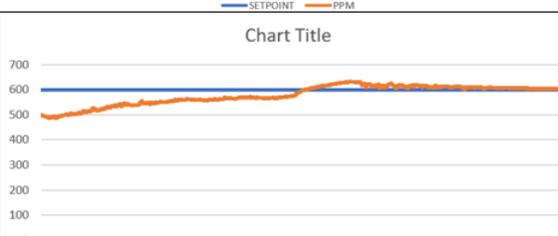
- i. Menyiapkan alat dan memeriksa wiring rangkaian.
- j. Membuka program kontrol media hidroponik menggunakan *software* Arduino IDE.
- k. Menghubungkan kabel USB ke mikrokontroler ESP32.
- l. Meng-*upload* program ke mikrokontroler ESP32.
- m. Menghubungkan *power supply* pada tegangan 220V AC.
- n. Memonitoring dan mencatat parameter sensor yang terbaca pada HMI.
- o. Melakukan perhitungan nilai *rise time*, *peak time*, dan *overshoot* pada kontrol PI.
- p. Pengujian performa kontrol PI dilakukan sebanyak xx kali.

4.2.4 Data Hasil Pengujian Performa Kontrol PI

Parameter yang diukur saat melakukan pengujian performa kontrol PI yaitu peak time, rise time, dan overshoot. Setelah melakukan pencatatan dari hasil pengujian performa kontrol PI maka didapatkan hasil sebagai berikut seperti pada Tabel 4.5.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Tabel 4. 5 Data Hasil Pengujian Performa PI

pengujian	Rise time(s)	Peak time(s)	Overshoot(%)	setpoint	grafik
1	31,24	34,61	1	600	
2	31,59	40,4	2,6	600	
3	52,1	61,6	5	600	

4.2.5 Analisa Hasil Pengujian Performa Kontrol PI

Analisa Hasil Pengujian Performa Kontrol PI dilakukan dengan cara memberikan gangguan pada kadar nutrisi dalam bak reservoir sebanyak 3 kali. Parameter yang diukur yaitu *rise time*, *peak time*, dan *overshoot*. Parameter tersebut dicatat pada Tabel 4.5 seperti diatas.

Pada pengujian ini terdapat persamaan perlakuan diawal yaitu paramater kp sebesar 2 ki sebesar 0.01, batasan sum error sebesar 13000, dan Time Sampling sebesar 0,008553068 detik serta setpoint sebesar 600 dan error awal sebesar 100. Dilakukan pengujian sebanyak 3 kali dan didapatkan lah hasil rata rata *rise time* sebesar 38,31, *peak time* sebesar 45,5, dan *overshoot* sebesar 2,86%.

Meskipun dalam 3 percobaan memiliki nilai *rise time*, *peak time*, dan *overshoot* yang berbeda namun variable ppm yang dikontrol pada tangki reservoir tetap sampai pada nilai yang stabil sesuai dengan setpoint yang diinginkan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengummikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

4.3 Pengujian Respon Tanaman

Pengujian respon tanaman dilakukan dengan membandingkan tanaman hidroponik dengan kontrol otomatis dan kontrol manual. Tujuan dari pengujian ini untuk mendapat efektifitas pengontrolan PI pada tanaman selada hidroponik dibandingkan dengan kontrol manual.

4.3.1 Deskripsi Respon Tanaman

Lokasi : Tapos, Depok
 Tanggal Pengujian : 10 Juli – 29 Juli 2024
 Nama Penguji : Adjie Nur Fadilah
 Bayu Cakti Hanandita
 Tujuan Pengujian : Membuktikan efektifitas pengontrolan PI pada tanaman selada hidroponik dibandingkan dengan kontrol manual.

4.3.2 Data Alat dan Bahan Pengujian Respon Tanaman

Sebelum melakukan pengujian sistem alat dan bahan harus disiapkan yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.6 sebagai berikut

Tabel 4. 6 Daftar Alat dan Bahan Pengujian Respon Tanaman

No.	Nama Alat dan Bahan	Jumlah	Keterangan
1	Laptop	1	Untuk memprogram pada software Arduino IDE.
2	Mikrokontroler ESP32	1	Sebagai kontroler pembacaan input dan output sensor.
3	Sensor TDS SEN0244	1	Sebagai pengukur kadar ppm pada larutan.
4	TDS Meter Digital	1	Sebagai alat ukur ppm media tanam



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

5	Driver Motor L298N	1	Sebagai translator signal PWM Esp32 menjadi tegangan
6	Motor DC Submersible mini pump	2	Sebagai actuator
7	Air Baku	1	Sebagai media ukur
8	Larutan Nutrisi AB Mix	1	Sebagai media pengujian
9	Tanaman Selada (<i>Latucca Sativa L.</i>)	16	Sebagai media pengujian
10	Penggaris 150mm	1	Sebagai alat ukur tanaman

4.3.3 Prosedur Pengujian Respon Tanaman

Langkah – Langkah untuk melakukan pengujian yaitu sebagai berikut:

- q. Menyiapkan alat dan memeriksa wiring rangkaian.
- r. Membuka program kontrol media hidroponik menggunakan *software* Arduino IDE.
- s. Menghubungkan kabel USB ke mikrokontroler ESP32.
- t. Meng-*upload* program ke mikrokontroler ESP32.
- u. Menghubungkan *power supply* pada tegangan 220V AC.
- v. Memonitoring dan mencatat parameter sensor yang terbaca pada HMI.
- w. Memonitoring tinggi tanaman dan jumlah daun pada media tanam hidroponik yang dikontrol dan tidak dikontrol.
- x. Mencatat hasil pengukuran.
- y. Melakukan analisa perbandingan respon tanaman pada media tanam hidroponik yang dikontrol otomatis dan kontrol manual.

4.3.4 Data Hasil Pengujian Respon Tanaman

Parameter yang diukur saat membandingkan tanaman yaitu ketinggian dan jumlah daun. Setelah melakukan pencatatan dari hasil pengujian respon tanaman hidroponik pada Tabel 4.7, 4.8, 4.9, dan 4.10 maka didapatkan hasil sebagai berikut.



Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Respon Tinggi Tanaman

hari	Kontrol otomatis										Manual									
	Ketinggian tanaman (mm)								Rata rata	ppm	Ketinggian tanaman (mm)								Rata rata	ppm
	1	2	3	4	5	6	7	8			1	2	3	4	5	6	7	8		
1	60	50	46	46	50	53	57	56	52,3	600	47	50	42	49	51	53	47	48	48,4	600
2	60	50	47	50	50	54	57	56	53	601	49	52	45	52	55	55	48	49	50,6	601
3	64	57	55	54	55	54	59	61	57,8	602	50	54	46	54	57	56	49	50	52	600
4	65	61	58	55	58	56	62	62	59,6	600	54	55	48	57	59	59	50	52	54,3	597
5	67	62	61	56	58	57	63	64	61	600	56	57	49	58	62	60	50	54	55,7	600
6	68	63	62	61	59	57	64	64,5	62,3	601	57	57	50	58	63	61	52	54	56,5	600
7	71	65	63	69	59	57	64	65	64,1	602	58	57	50	59	64	62	56	55	57,6	602
8	78	74	71	75	60	60	65	66	68,6	650	60	58	51	60	64	65	62	61	60,1	652
9	84	83	78	80	63	63	68	70	73,6	651	65	62	51	65	67	70	65	65	63,8	652
10	85	87	80	81	65	67	70	72	75,9	650	68	63	53	68	71	74	69	68	66,8	651
11	87	90	83	83	77	69	71	73	79,2	652	71	69	54	70	72	76	71	70	69,2	651
12	89	91	84	88	86	69	73	80	82,5	651	78	80	64	81	81	79	80	79	77,7	650
13	90	91	85	95	93	75	81	89	87,4	650	86	87	70	89	89	87	85	88	85,1	650
14	91	93	88	99	94	79	84	91	89,9	653	94	91	75	92	94	91	89	91	89,6	650
15	95	95	95	101	98	84	88	93	93,6	704	95	95	91	95	99	96	95	95	95,1	700
16	100	100	82	97	100	97	100	95	96,4	702	97	98	96	102	107	97	98	97	99	700
17	106	114	96	103	108	106	113	108	106,8	701	97	99	97	104	118	100	103	102	102,5	702
18	121	125	111	115	119	120	121	116	118,5	700	98	100	99	109	125	105	113	111	107,5	702
19	125	126	114	116	122	124	125	121	121,6	701	100	100	103	111	126	110	115	115	110	703
20	127	128	116	118	125	126	127	124	123,9	704	104	104	107	112	127	112	116	112,4	705	

Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Respon Pertumbuhan Daun Kontrol Otomatis

hari	Kontrol otomatis								Rata rata	Daun Mati	
	Jumlah daun										
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	
5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0	
8	4	4	4	4	4	4	4	5	5	4,3	0
9	5	5	4	5	5	5	5	5	5	4,8	0
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
11	5	5	5	5	5	5	5	6	5,2	0	
12	5	5	5	6	6	5	6	6	5,5	0	
13	5	5	6	6	6	6	6	6	5,7	0	
14	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	
15	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	
16	6	6	6	6	6	6	6	6	6	0	
17	7	6	6	6	6	6	6	7	6,3	0	
18	7	7	7	7	7	6	7	7	6,8	0	
19	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	
20	7	7	7	7	7	7	7	7	7	0	

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Respon Pertumbuhan Daun Kontrol Manual

hari	Kontrol Manual								Rata rata	Daun Mati
	Jumlah daun									
	1	2	3	4	5	6	7	8		
1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0
5	4	3	3	4	3	4	3	4	3,5	0
6	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
7	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	0
9	5	5	4	4	5	5	5	5	4,75	0
10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0
12	5	5	5	5	6	5	6	5	5,3	0
13	5	5	6	5	6	6	6	6	5,6	0
14	6	6	6	6	6	6	6	6(1)	6	1
15	6	6	6	6(1)	6(1)	6(1)	6(1)	6(1)	6	5
16	6(1)	6	6	6(1)	6(1)	6(1)	6(1)	6(2)	6	7
17	6(1)	7	6	6(1)	6(2)	6(1)	6(1)	6(2)	6,1	0
18	7(1)	7	6	7(1)	6(2)	7(2)	7(1)	7(2)	6,8	0
19	7(1)	7	7	7(2)	7(2)	7(2)	7(1)	7(3)	7	0
20	7(1)	7	7	7(2)	7(2)	7(2)	7(1)	7(3)	7	10

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Tabel 4. 10 Kondisi Tanaman Selada Hidroponik

No.	Tanggal	Kontrol Otomatis	Kontrol Manual
1.	10 Juli	 <p>Ketinggian : 60mm Jumlah Daun : 3</p>	 <p>Ketinggian : 47mm Jumlah Daun : 3</p>
2.	16 Juli	 <p>Ketinggian : 71 mm Jumlah daun : 4</p>	 <p>Ketinggian : 58 mm Jumlah daun : 4</p>
	24 Juli	 <p>Ketinggian: 101 mm Jumlah daun : 6</p>	 <p>Ketinggian : 95 mm Jumlah daun: 6</p>

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

	29 Juli	 <p>Ketinggian : 127mm Jumlah daun : 7 Keterangan : Pada hari ke-20 semua tanaman selada yang dikontrol secara manual tumbuh dengan baik tanpa ada daun yang mati.</p>	 <p>Ketinggian : 104mm Jumlah daun : 7 Keterangan : Pada hari ke-20 tanaman selada yang dikontrol secara manual memiliki beberapa daun yang mati.</p>
--	---------	---	---

4.3.5 Analisa Hasil Pengujian Respon Tanaman

Analisa Hasil Pengujian Respon Tanaman selada hidroponik selama 20 hari dilakukan dengan cara membandingkan tanaman selada yang dikontrol secara otomatis dan yang dikontrol manual. Penelitian ini terdapat persamaan perlakuan diawal yaitu pemberian kadar nutrisi dan intensitas cahaya yang sama. Paramater yang diukur yaitu ketinggian dan jumlah daun. Parameter tersebut dicatat pada tabel 4.7, 4.8, 4.9, dan 4.10 seperti diatas.

Pertumbuhan ketinggian tanaman hidroponik dengan kontrol otomatis dan manual cukup berbeda seperti pada tabel 4.2 rata-rata ketinggian tanaman selada yang dikontrol otomatis sebesar 52mm dan tanaman yang tidak dikontrol setinggi 48mm. Pada hari ke 20 pengukuran tanaman selada hidroponik yang dikontrol setinggi 123mm sedangkan yang tidak dikontrol setinggi 112mm memiliki selisih sebesar 11mm. dengan 6 tanaman pada selada yang tidak dikontrol memiliki beberapa daun yang mati seperti pada tabel 4.9.

Selisih pertumbuhan tanaman selada yang dikontrol otomatis dan dikontrol manual sedikit berbeda dimana tanaman selada yang dikontrol otomatis memiliki selisih pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 71,6mm sementara tanaman selada yang dikontrol manual memiliki selisih pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 64mm.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

